



XIV SIMPOSIO HISPANO-LUSO DE NUTRICIÓN MINERAL DE LAS PLANTAS **nutriPLANTA 2012**

Madrid – 23 al 26 de julio de 2012

Libro de Comunicaciones: páginas 357-363

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE ESPECIES DE VERTEDEROS SELLADOS CON SUELOS ÁCIDOS PASTADOS POR OVINOS

Jesús Pastor^{1*}; M^a Jesús Gutiérrez-Ginés² y Ana J. Hernández²

¹Museo Nacional Ciencias Naturales, CSIC; ²Universidad de Alcalá

*Contacto: jpastor@mncn.csic.es; Departamento de Biología ambiental. MNCN, CSIC, c/ Serrano 115 dpd. 28006 Madrid España.

RESUMEN

Se presenta la composición mineral de 24 especies de carácter pascícola que crecen en seis vertederos ubicados sobre sustratos gneísico-granítico y arcósico del centro oeste peninsular. Dichos vertederos fueron sellados con suelos de su entorno, con pH ácido y sus correspondientes bancos de semillas que, en los siguientes años, fue capaz de desarrollar una comunidad vegetal, cuyas gramíneas y leguminosas más abundantes, hemos analizado. Los resultados se comparan con los obtenidos en las mismas especies de los pastos considerados como referentes. Existen muy pocas diferencias en las concentraciones de nutrientes en las partes aéreas de las especies estudiadas en uno y otro escenario. No obstante, destacan los mayores contenidos de Zn en las gramíneas de vertederos y los niveles de N y Ca son más elevados en esas especies cuando crecen en pastos. No ocurre lo mismo con las leguminosas, algo más abundantes en pastos que en vertederos, donde existen pocas diferencias, aunque se observa que los niveles de Zn y el Mn son mayores cuando crecen en estos últimos. Se aportan datos importantes en lo que respecta a la escasez de los mismos para el estudio ecofisiológico de especies colonizadoras vertederos.

INTRODUCCIÓN

Comienza a ser reciente la investigación sobre la colonización de taludes de vertederos, si bien parece acentuarse la línea del conocimiento de aquellas especies que ayudan a su estabilización, especialmente de gramíneas con rizomas (Thompson et al., 1999; Biederman et Whisenant, 2009), siendo mucho más incipiente la línea relativa a la eficiencia de su comportamiento ecofisiológico. Este trabajo desea enmarcarse en esta segunda línea, si bien alguna de las gramíneas de los vertederos estudiados, contribuyen mucho a la estabilización de sus taludes.

Se sitúa nuestra investigación en un territorio sobre sustratos gneísico-granítico y arcósico del centro oeste peninsular madrileño, cuyo paisaje presenta una vegetación clímax de las asociaciones terminales de la serie mesomediterránea de *Quercus ilex* ssp. *ballota* (Desf.) Samp. Seis vertederos sellados con suelos de sus correspondientes entornos en este territorio, han sido estudiados en el conjunto de otros muchos en dicha comunidad y cuyas características más generales se encuentran descritas en Pastor y Hernández (2010-a). Al ser observado un pastoreo itinerante de ovinos en los taludes de estos vertederos, cuyo suelo de cubrición de sellado presentaba un pH ácido, se ha querido conocer aquellos aspectos de la nutrición mineral de las plantas que suelen ser más comidas por el ganado (partes aéreas de leguminosas y gramíneas, especialmente en los comienzos de

primavera). Pero para poder comparar si la respuesta nutricional está afectada en esas especies, se ha hecho necesario comparar los resultados con los obtenidos al crecer en pastos no afectados por el impacto de las basuras. Este trabajo pretende mostrar los resultados obtenidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los vertederos de residuos sólidos urbanos de las localidades Colmenar Viejo, San Lorenzo, el Escorial, Móstoles, Villaviciosa de Odón y Navalcarnero, fueron sellados con una capa de suelos de carácter ácido, pero conllevando un banco de semillas que hizo posible su revegetación. Se han analizado un total de 8 especies de gramíneas correspondientes a 6 géneros distintos y 16 especies de leguminosas de un total de 5 géneros de las especies más abundantes (Pastor y Hernández, 2002) y más consumidas por el ganado ovino: *Aegilops geniculata*, *A. triuncialis*, *Bromus rubens* y *B. hordaceus*, *Cynodon dactylon*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus* (en partes bajas de taludes) y *Lolium rigidum*; las especies de *Trifolium* son las leguminosas mejor representadas en estos vertederos, especialmente en los ubicados en territorio arcósico, aunque en estos últimos también crecen dos especies de *Hymenocarpus* (*H. cornicina* y *H. lotoides*), especies de *Medicago* (*M. minima*, *M. sativa*, *M. rigidula*, *M. polymorpha*) junto a *Ononis spinosa* y *Coronilla scorpiodes*. 49 localidades con pastizales enmarcados en sistemas de retamar-encinar, todos ellos terófitos, han sido estudiados en el centro occidental de la Comunidad de Madrid en un trabajo previo (Pastor y Hernández, 2010-b), con el fin de proporcionarnos información necesaria para ser comparada con los resultados obtenidos acerca de las comunidades vegetales desarrolladas en los vertederos. Los análisis de suelos y plantas se realizaron según Hernández y Pastor (1989). Se calculó la *t* de Student para conocer las diferencias significativas en la composición cuando crecen en los dos ambientes.

Tabla 1. Valores medios relacionados con la nutrición mineral de los parámetros edáficos de vertederos sellados y suelos de pastos de referencia de sus respectivos entornos, (datos medios de muestras tomadas en la misma primavera y después de varios años del sellado).

		Vertederos		Pastos	
Variables edáficas		En pedimento granítico-gneísico	En arcosas	En pedimento granítico-gneísico	En arcosas
pH		7,0±0,2	7,1±0,4	5,8±0,2	6,2±0,6
M.O.	(%)	1,5±0,5	0,6±0,3	3,0±0,9	2,9±0,7
N total	(%)	0,080±0,030	0,033±0,010	0,141±0,039	0,148±0,037
P	(mg/100g)	21,1±19,2	13,2±9,0	1,3±0,8	4,0±3,8
Ca	(mg/100g)	350,0±172,9	335,0±144,5	91,3±45,3	195,5±67,6
Mg	(mg/100g)	9,6±3,6	37,2±23,3	11,1±8,4	20,4±5,1
K	(mg/100g)	17,2±9,5	21,8±3,8	12,3±2,0	18,6±3,6
Na	(mg/100g)	1,8±0,7	6,9±3,7	0,9±0,5	1,0±0,3
Fe	(mg/Kg)	5255±2547	3891±1856	9091,0±4216,5	7327,8±910,7
Mn	(mg/Kg)	190,2±93,3	190,2±93,3	85,7±42,8	115,4±92,1
Zn	(mg/Kg)	125,5±69,8	83,5±146,0	30,5±10,3	31,1±1,4
Cu	(mg/Kg)	8,7±19,4	150,9±730,2	6,2±2,1	5,4±7,1

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros analizados para las muestras de los suelos de los vertederos estudiados (tabla 1), pueden variar bastante de unos taludes a otros (Pastor y Hernández, 2007), si bien los referidos en

dicha tabla pueden considerarse muy adecuados del ambiente edáfico donde crecen las plantas analizadas. Las gramíneas estudiadas (tabla 2) tienen claramente una mayor presencia en los vertederos, lo que no es de extrañar pues muchas de ellas son características de ambientes ruderalizados con comunidades subnitrófilas del orden *Brometalia-rubenti-tectori* y las diferencias en la composición entre las que crecen en vertederos y las que lo hacen en pastos son, en bastantes casos, significativas. Destacan claramente los mayores contenidos de Zn en los vertederos y en menor grado los de Cu en los pastos. Los contenidos de N y Ca son más elevados en los pastos. Los resultados son parecidos a los expuestos en Wang et al., (2005).

No ocurre lo mismo con las leguminosas (tabla 3), algo más abundantes en pastos que en vertederos y donde existen pocas diferencias en la composición entre las que crecen en pastos que las que lo hacen en vertederos. El Zn, aunque en muchos casos no sea significativo, es también mayor en las plantas cuando crecen en vertederos que en pastos, al igual que ocurre con el Mn. Estos dos elementos pueden ser tóxicos tanto para las plantas (Liphadzi & Kirkham, 2006), como para los herbívoros que las comen.

Tabla 2. Composición mineral de gramíneas.

Especie	nº		N	P	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
<i>Aegylops geniculata</i>			%				mg/Kg					
Pastos	5	Media	2,25	0,17	1,00	0,21	1,72	0,10	702,4	28,6	29,8	9,2
		D. t.	0,84	0,05	0,63	0,10	0,45	0,12	1017,5	32,4	8,3	5,4
Vertederos	7	Media	1,24	0,13	0,30	0,20	0,66	0,02	620,0	67,5	68,1	0,3
		D. t.	0,59	0,05	0,19	0,06	0,12	0,02	348,5	28,2	29,3	0,5
		<i>t</i>	0,026		0,012		0,006			0,043	0,007	0,001
<i>Aegylops triuncialis</i>												
Pastos	6	Media	2,04	0,17	0,80	0,15	1,71	0,01	256,7	5,0	31,0	6,7
		D. t.	0,63	0,06	0,32	0,04	0,66	0,06	372,9	15,3	11,5	1,8
Vertederos	9	Media	1,15	0,11	0,27	0,19	0,67	0,02	533,3	68,3	67,0	0,2
		D. t.	0,28	0,04	0,12	0,03	0,22	0,01	298,7	27,9	15,7	0,4
		<i>t</i>	0,036		0,017		0,05			0,007	0,008	0,001
<i>Bromus hordaceus</i>												
Pastos	4	Media	1,72	0,14	1,65	0,25	0,53	0,22	1445,0	22,0	17,0	5,5
		D. t.	0,09	0,01	0,10	0,03	0,07	0,07	95,0	6,0	0,0	0,5
Vertederos	12	Media	1,20	0,16	0,91	0,18	1,13	0,06	279,8	70,4	72,5	5,2
		D. t.	0,60	0,07	0,59	0,06	0,39	0,10	189,7	105,8	40,2	14,4
		<i>t</i>			0,05		0,05		0,001		0,001	
<i>Bromus rubens</i>												
Pastos	4	Media	0,995	0,065	0,325	0,125	0,45	0,022	1485,0	58,0	21,0	2,0
		D. t.	0,205	0,015	0,075	0,055	0,15	0,002	15,0	12,0	1,0	2,0
Vertederos	15	Media	1,39	0,11	0,56	0,24	0,88	0,02	865,3	78,9	89,9	1,2
		D. t.	0,71	0,05	0,34	0,12	0,59	0,01	447,6	29,9	49,3	3,1
		<i>t</i>		0,10F					0,05		0,001	
<i>Cynodon dactylon</i>												
Pastos	7	Media	2,08	0,21	1,79	0,23	1,31	0,15	497,6	110,4	46,9	4,0
		D. t.	0,44	0,10	0,61	0,06	0,37	0,23	364,2	116,6	23,0	1,6
Vertederos	14	Media	1,87	0,13	0,72	0,26	1,15	0,08	542,3	144,0	94,4	1,4
		D. t.	0,66	0,04	0,52	0,19	0,43	0,08	366,7	158,7	35,5	4,1
		<i>t</i>		0,05	0,001						0,09F	
<i>Dactyllis glomerata</i>												
Pastos	6	Media	0,97	0,08	0,17	0,17	1,00	0,01	456,7	110,0	33,0	0,7
		D. t.	0,09	0,02	0,05	0,08	0,08	0,00	109,6	24,5	9,2	0,5
Vertederos	15	Media	1,08	0,12	0,42	0,15	1,13	0,05	650,3	114,4	62,3	0,2
		D. t.	0,34	0,04	0,23	0,07	0,37	0,07	758,4	70,2	22,1	0,4

			<i>t</i>									0,09F
<i>Holcus lanatus</i>												
Pastos	4	Media	1,74	0,21	1,93	0,25	1,08	0,05	780,5	63,0	24,0	3,5
		D. t.	0,44	0,08	0,17	0,01	0,07	0,01	349,5	7,0	0,0	0,5
Vertederos	4	Media	1,10	0,12	0,18	0,11	0,95	0,013	1125,0	205,0	50,5	0,5
		D. t.	0,10	0,01	0,03	0,03	0,25	0,003	275,0	105,0	6,5	0,5
		<i>t</i>			0,01	0,033					0,05	0,05
<i>Hordeum murinum</i>												
Pastos	8	Media	0,25	2,09	0,05	0,27	0,39	0,13	45,0	28,5	0,0	0,4
		D. t.	0,18	0,82	0,04	0,22	0,14	0,04	21,4	11,7	0,0	0,5
Vertederos	15	Media	1,46	0,27	0,47	0,20	0,88	0,05	585,0	65,5	70,5	0,9
		D.t.	0,72	0,41	0,39	0,11	0,37	0,07	513,22	42,10	38,92	3,05
		<i>t</i>	0,001	0,001	0,005		0,001	0,005	0,005	0,09	0,001	
<i>Lolium rigidum</i>												
Pastos	8	Media	1,90	0,22	1,22	0,18	1,19	0,12	672,9	106,3	72,9	5,5
		D. t.	0,48	0,04	0,36	0,06	0,35	0,11	687,8	72,0	39,2	2,2
Vertederos	14	Media	1,46	0,15	0,47	0,18	1,33	0,08	408,3	84,7	77,7	0,8
		D. t.	0,51	0,06	0,31	0,09	0,42	0,09	379,3	43,9	42,6	2,2
		<i>t</i>		0,09F	0,001							0,001

F (Fiable): significativo al 90%

Tabla 3a. Composición de especies del género *Medicago*.

Especie	n°		N	P	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
<i>Medicago minima</i>												
Pastos	8	Media	1,37	0,14	0,92	0,13	1,46	0,02	243,4	34,1	24,1	2,8
		D. t.	0,48	0,03	0,44	0,06	0,47	0,01	163,6	30,2	17,3	0,4
Vertederos	4	Media	1,86	0,16	1,72	0,28	1,28	0,02	339,0	118,5	57,5	6,5
		D. t.	0,85	0,11	0,69	0,19	0,08	0,01	71,0	68,5	19,5	3,5
		<i>t</i>								0,09F		0,05
<i>Medicago polymorpha</i>												
Pastos	3	Media	2,13	0,17	1,85	0,15	1,39	0,02	129,3	3,3	27,3	3,0
		D. t.	0,54	0,07	0,54	0,06	0,17	0,01	34,8	0,5	12,7	0,0
Vertederos	5	Media	2,21	0,18	1,27	0,34	1,55	0,08	167,8	102,2	56,0	2,6
		D. t.	0,72	0,08	0,67	0,19	0,31	0,11	72,7	149,5	9,1	3,9
		<i>t</i>									0,05	
<i>Medicago rigidula</i>												
Pastos	5	Media	1,71	0,20	1,44	0,17	1,59	0,06	132,2	8,0	19,4	2,6
		D. t.	0,33	0,05	0,69	0,08	0,38	0,06	25,1	4,0	10,6	0,5
Vertederos	4	Media	1,455	0,115	1,29	0,425	1,3	0,04	524,5	39,5	31,0	1,5
		D. t.	0,445	0,005	0,81	0,345	0,0	0,01	375,5	10,5	16,0	1,5
		<i>t</i>		0,09F						0,01		
<i>Medicago sativa</i>												
Pastos	3	Media	1,84	0,17	1,22	0,17	1,33	0,02	741,7	26,3	15,0	2,7
		D. t.	0,51	0,05	0,69	0,06	0,21	0,01	946,5	31,6	5,1	0,5
Vertederos	8	Media	3,00	0,22	1,70	0,32	1,40	0,02	343,8	32,5	64,3	4,0
		D. t.	0,52	0,08	0,58	0,08	0,38	0,01	261,3	17,9	14,5	6,8
		<i>t</i>	0,05			0,05					0,001	

Tabla 3b. Composición de especies del género *Trifolium*.

Especie	n°		N	P	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
<i>Trifolium angustifolium</i>												
Pastos	10	Media	1,555	0,124	1,64	0,199	1,76	0,068	131,2	17,6	20,1	2,7

		D. t.	0,466	0,042	0,23	0,034	0,34	0,177	77,9	19,6	19,6	0,5
Vertederos	4	Media	1,82	0,105	1,405	0,24	1,78	0,076	1183,2	39,0	13,7	2,5
		D. t.	0,43	0,025	0,095	0,03	0,13	0,07	1126,9	34,0	2,7	0,5
		<i>t</i>	0,09F									
<i>Trifolium arvense</i>												
Pastos	12	Media	1,64	0,11	2,17	0,19	1,60	0,01	100,9	34,9	7,3	2,6
		D. t.	0,73	0,05	1,34	0,07	0,30	0,00	105,2	48,2	4,7	0,5
Vertederos	3	Media	2,06	0,11	1,28	0,19	1,40	0,03	220,3	36,3	22,0	2,7
		D. t.	0,59	0,02	0,70	0,09	0,15	0,04	47,9	19,7	14,7	0,5
		<i>t</i>										
<i>Trifolium campestre</i>												
Pastos	8	Media	2,43	0,14	1,66	0,14	1,84	0,01	123,0	7,3	14,5	2,6
		D. t.	0,28	0,04	0,60	0,03	0,42	0,01	162,9	6,7	10,2	0,5
Vertederos	3	Media	1,84	0,18	1,18	0,16	1,53	0,04	221,3	30,0	26,0	2,0
		D. t.	0,45	0,02	0,69	0,06	0,02	0,03	166,3	19,3	7,3	1,4
		<i>t</i>	0,09F					0,05				
<i>Trifolium cherleri</i>												
Pastos	9	Media	2,19	0,14	2,03	0,28	1,76	0,04	311,6	12,8	18,8	2,6
		D. t.	0,33	0,03	0,66	0,04	0,41	0,05	333,3	17,2	8,9	0,5
Vertederos	4	Media	1,93	0,18	1,93	0,19	1,48	0,13	70,5	17,5	10,0	3,0
		D. t.	0,06	0,00	0,43	0,04	0,03	0,12	4,5	14,5	0,0	0,0
		<i>t</i>	0,09F			0,05						
<i>Trifolium gemellum</i>												
Pastos	3	Media	1,75	0,12	2,92	0,34	1,95	0,03	444,3	17,7	14,7	3,0
		D. t.	0,08	0,03	1,08	0,02	0,15	0,00	397,2	16,0	4,5	0,0
Vertederos	3	Media	2,09	0,13	2,18	0,36	2,35	0,07	233,3	16,7	30,3	2,3
		D. t.	0,21	0,01	0,10	0,03	0,32	0,04	194,1	3,3	10,3	0,5
		<i>t</i>	0,09F									
<i>Trifolium glomeratum</i>												
Pastos	7	Media	2,34	0,19	1,63	0,28	1,97	0,12	340,7	23,0	42,4	5,1
		D. t.	0,49	0,05	0,43	0,07	0,41	0,19	187,7	13,7	42,8	6,1
Vertederos	9	Media	1,89	0,21	0,68	0,16	1,52	0,05	627,8	65,6	51,9	6,7
		D. t.	0,52	0,06	0,49	0,07	0,30	0,02	622,2	26,7	13,8	6,7
		<i>t</i>				0,05	0,09F	0,09F	0,05			
<i>Trifolium scabrum</i>												
Pastos	5	Media	1,80	0,14	1,20	0,20	1,34	0,08	286,6	55,0	23,8	2,6
		D. t.	0,52	0,03	0,73	0,06	0,40	0,07	190,3	30,7	10,7	0,5
Vertederos	4	Media	2,38	0,19	1,26	0,21	1,48	0,03	150,5	15,5	38,0	11,5
		D. t.	0,52	0,08	0,04	0,02	0,13	0,02	59,5	4,5	15,0	8,5
		<i>t</i>										
<i>Trifolium striatum</i>												
Pastos	5	Media	2,36	0,15	1,82	0,27	1,68	0,04	503,0	37,4	38,4	2,6
		D. t.	0,37	0,03	0,52	0,07	0,16	0,03	421,9	23,1	16,9	0,5
Vertederos	4	Media	2,36	0,15	1,18	0,22	1,66	0,02	130,5	24,5	43,0	2,5
		D. t.	0,27	0,03	0,07	0,02	0,26	0,01	11,5	9,5	32,0	0,5
		<i>t</i>										
<i>Trifolium tomentosum</i>												
Pastos	4	Media	0,55	0,07	0,44	0,04	2,88	0,02	226,3	180,8	26,3	2,8
		D. t.	0,14	0,03	0,10	0,01	1,45	0,02	133,1	122,3	17,8	1,0
Vertederos	7	Media	1,10	0,19	0,26	0,10	1,23	0,02	381,4	65,7	56,9	5,7
		D. t.	0,52	0,07	0,06	0,01	0,30	0,01	271,7	28,2	20,9	4,9
		<i>t</i>				0,01	0,05	0,001	0,09F	0,09F		

Tabla 3c. Composición de especies de otros géneros de leguminosas.

Especie	n°		N	P	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
<i>Coronilla scorpioides</i>						%				mg/Kg		
Pastos	6	Media	1,40	0,11	0,74	0,18	0,55	0,05	717,0	18,7	9,0	2,7
		D. t.	0,12	0,02	0,10	0,02	0,08	0,03	211,2	1,7	4,3	0,5
Vertederos	4	Media	1,43	0,14	1,32	0,44	0,97	0,02	206,5	24,5	29,7	1,5
		D. t.	0,48	0,02	0,69	0,33	0,17	0,01	73,5	5,5	13,4	1,5
<i>H. cornicina</i>												
Pastos	7	Media	1,96	0,20	1,76	0,19	1,63	0,01	240,5	23,4	19,5	3,8
		D. t.	0,33	0,06	0,62	0,06	0,49	0,01	152,2	10,6	9,1	1,5
Vertederos	8	Media	1,44	0,21	1,40	0,15	1,92	0,01	164,3	76,3	35,8	4,5
		D. t.	0,24	0,06	0,64	0,05	0,64	0,01	60,4	72,6	27,2	1,7
	<i>t</i>		0,05									
<i>H. lotoides</i>												
Pastos	10	Media	1,58	0,21	1,10	0,16	1,61	0,02	179,0	39,5	27,3	2,8
		D. t.	0,47	0,07	0,27	0,03	0,56	0,02	150,1	32,4	13,3	0,4
Vertederos	6	Media	1,41	0,17	1,38	0,15	1,42	0,01	200,3	62,3	27,3	3,3
		D. t.	0,52	0,06	0,48	0,03	0,51	0,01	47,5	42,4	4,0	0,6
	<i>t</i>											
<i>Ononis spinosa</i>												
Pastos	8	Media	1,54	6,85	1,26	0,15	1,80	0,16	96,9	21,7	18,5	4,5
		D. t.	0,34	14,92	0,34	0,06	0,38	0,31	80,4	12,6	8,7	3,4
Vertederos	4	Media	2,15	0,11	1,40	0,56	0,85	0,02	1580,0	75,0	75,5	0,5
		D. t.	0,79	2,11	0,64	89,52	0,55	0,09	616,6	72,5	40,7	3,7
	<i>t</i>		0,09F			0,05		0,09F		0,001		

CONCLUSIONES

El trabajo aporta datos cuantitativos tanto en lo que respecta a la escasez de los mismos para el estudio ecofisiológico de especies colonizadoras de vertederos, como en lo relativo a los micronutrientes (Cu, Zn y Mn), que pueden ser acumulados en los herbívoros que las pastan.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto CTM 2008-04827/TECNO del Ministerio de Ciencia e Innovación y al Programa P2009/AMB-1478 de la Comunidad de Madrid (EIADES). M^aJGG es financiada por la beca FPU del Ministerio de Educación (AP2008-02934).

BIBLIOGRAFÍA

- Biederman LA, Whisenant SW (2009) Organic amendments direct grass population dynamics in a landfill prairie restoration. *Ecological Engineering*, 35: 678-686.
- Hernández AJ, Pastor, J (1989) Técnicas analíticas para el estudio de las interacciones suelo-planta. *Henares, Rev. Geol.* 3: 67-102.
- Liphadzi MS, Kirkham MB (2006) Physiological Effects of heavy metal on Plant Growth and Function. En *Plant-Environment Interactions*. B. Huang (ed.): 243-269. Ed. Taylor&Francis, USA.
- Pastor J, Hernández AJ (2002). Estudio de suelos de vertederos sellados y de sus especies vegetales espontáneas para la fitorrestauración de suelos degradados y contaminados del centro de España. *Anales de Biología*, 24: 159-167.
- Pastor J, Hernández AJ (2007) Evaluación de la complejidad de vertederos-cubierta edáfica y suelos de las áreas de descarga en relación a la revegetación y la fitorremediación. En: *Tendencias Actuales de la Ciencia del Suelo*; N. Bellinfante y A. Jordán (eds.) pp. 947-953, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Pastor J, Hernández AJ (2010a) Descripción de vertederos sellados de la Comunidad de Madrid. En: *Estudio multidisciplinar de vertederos sellados. Caracterización y pautas de recuperación*. AJ Hernández, C Bartolomé (eds.) pp. 13-33. Ed. Universidad de Alcalá.
- Pastor J, Hernández AJ (2010b) Pastizales del occidente de la Comunidad de Madrid, su importancia como referentes para acciones de recuperación de sistemas degradados. En: *Pastos: fuente natural de energía*. A. Calleja et al. (eds) pp. 221-227. Ed. Universidad de León.
- Thompson PL, Murphy DJ, Chang Po-hsiang, Harmsen J. (1999) Effect of landfill leachate on native grass species of eastern Washington State, USA. *Journal of Solid Waste Technology and Management*, 26: 114-118.

Wang R, He P, Shao L, Zhang B, Li G (2005) Comparison of four grasses used as cover for irrigation treatment of landfill leachate. *Chinese Journal of Applied and Environmental Biology*, 11: 554-558.